

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Oktober 2005 (13.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/095091 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B29C 70/44**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2005/000180

(22) Internationales Anmeldedatum:  
29. März 2005 (29.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
544/04 30. März 2004 (30.03.2004) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **PLASTXFORM AG** [CH/CH]; Tämperlistrasse 10,  
CH-8117 Fällanden (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HÜSLER, Daniel**  
[CH/CH]; Im Brächli 31, CH-8053 Zürich (CH).

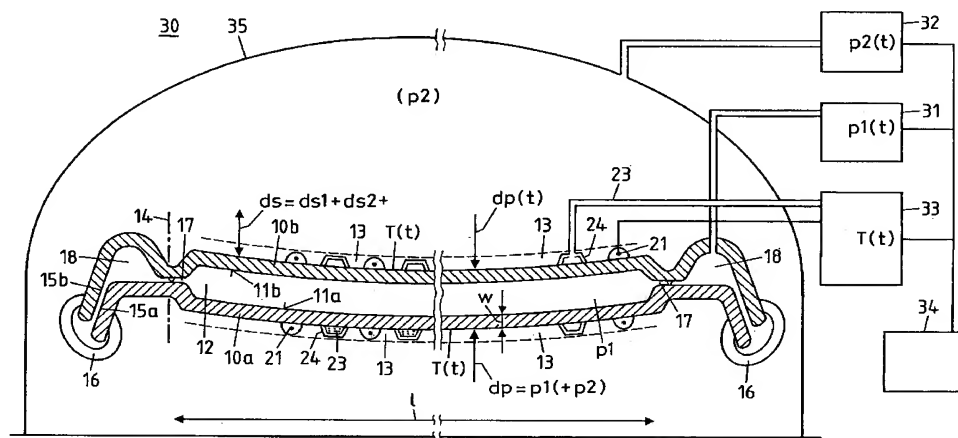
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AB, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,  
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,  
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,  
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MOLDED BODIES FROM THERMOPLASTIC MATERIAL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON FORMKÖRPERN AUS THERMOPLASTISCHEM MATERIAL



(57) Abstract: The invention relates to a one-step method for producing molded bodies (1) of various shapes from thermoplastic material with or without reinforcing fibers. For this purpose, a tool having a lower and an upper shell mold (10a, 10b) forming defined surfaces on both sides is used. The shell molds have thin walls, are produced from metal and have a centered portion on both shell molds, a displacement transducing, air-tight edge sealing (16) and tempering means (13) for the controlled heating and cooling on both shell molds. For producing the molded body, the thermoplastic material (2) is inserted in the shell molds together with reinforcing fibers (3) in a locally defined manner, the shell molds are evacuated (p1) and compressed (ds), heated above the melting point and maintained at a temperate (Ts) until the thermoplastic material consolidates and melts under a pressure (dp) until it melts to such a point that it fills the contours. The structure is then cooled down under pressure in a defined manner until the inserted material has completely solidified. The inexpensive and automatable method allows to produce molded bodies having pore-free visible surfaces on both sides using various materials, designs and shapes.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/095091 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Das Verfahren ermöglicht die einstufige Herstellung von Formkörpern (1) verschiedener Art aus thermoplastischem Material mit oder ohne Faserverstärkung. Dazu wird ein Werkzeug mit einer unteren und einer oberen Formschale (10a, 10b), welche beidseitig definierte Oberflächen bilden, eingesetzt. Die Formschalen sind dünnwandig und metallisch ausgebildet und weisen eine Zentrierung an beiden Formschalen, eine Weg aufnehmende, luftdichte Randabdichtung (16) und Temperiermittel (13) zum steuerbaren Heizen und Kühlen an beiden Formschalen auf. Zur Herstellung wird thermoplastisches Material (2) mit Verstärkungsfasern (3) lokal definiert in die Formschalen eingelegt, die Formschalen anschliessend evakuiert (p 1) und dabei zusammengedrückt (ds), dann über den Schmelzpunkt aufgeheizt und auf einer Temperatur (Ts) gehalten zum Konsolidieren und Verfliessen des thermoplastischen Materials unter Druck (dp) bis zum konturfüllenden Ausfliessen. Anschliessend wird unter Druck definiert abgekühlt bis zur vollständigen Verfestigung des eingelegten Materials. Dieses kostengünstige und automatisierbare Verfahren ermöglicht die Herstellung von Formkörpern mit verschiedenartigen Materialien, Aufbau und Formgebungen und mit beidseitigen, porenfreien Sichtoberflächen.

## **Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus thermoplastischem Material**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus thermoplastischem Material mit oder ohne Faserverstärkung in einem einstufigen Herstellprozess gemäss Oberbegriff von Anspruch 1 und eine Anlage zur Herstellung gemäss Oberbegriff von Anspruch 21.

Zur Herstellung solcher struktureller Formkörper wird z.B. das Thermoformen eingesetzt, welches kurze Taktzeiten für grosse Serien ermöglicht. Es erfordert jedoch sehr hohe Investitionen für grosse Pressen und teure aufwändige Werkzeuge, so dass diese Verfahren für mittlere und kleinere Serien viel zu teuer sind. Überdies sind auch Aufbau und Formgebungen solcher Formkörper sehr eingeschränkt.

Das Vakuumformen, z.B. gemäss EP 0 893 235 A3, stellt ein viel kostengünstigeres Verfahren dar, welches jedoch sehr lange Zykluszeiten von z.B. 40 Min. erfordert und welches somit nur für kleine Serien einsetzbar ist. Beim Vakuumformen wird thermoplastisches Material mit Faserverstärkungen auf eine geformte Unterlage gelegt, mit einer luftdichten Membran abgedeckt und unter Vakuum in einem Ofen aufgeheizt, verschmolzen und konsolidiert und anschliessend wieder abgekühlt. Dazu werden beidseitige Entlüftungsschichten und Trennfolien als Verbrauchsmaterial benötigt, und es ist auch eine Nachbearbeitung erforderlich. Die Formgebung ist hier zudem beschränkt und es kann nur eine einseitig definiert geformte Oberfläche hergestellt werden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile bisheriger Verfahren zu überwinden und ein einstufiges Verfahren zur kostengünstigen, serienmässigen und automatisierbaren Herstellung von Formkörpern hoher Qualität mit kürzeren Zykluszeiten und mit verbesserten Eigenschaften zu schaffen und damit Formkörper mit strukturellem Aufbau herzustellen, mit einem weiten Spektrum von Möglichkeiten

bezüglich Aufbau, Formgebungen und Design mit beidseitig definiert geformten Oberflächen und insbesondere auch mit beidseitigen porenfreien Sichtoberflächen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung von Formkörpern nach Anspruch 1 und durch eine Anlage zur Herstellung von Formkörpern nach Anspruch 21. Das Verfahren eignet sich sowohl für einfachere unverstärkte Formkörper mit beidseitigen Sichtoberflächen als vor allem auch für faserverstärkte Strukturteile, welche hohen mechanischen Anforderungen genügen können.

Die abhängigen Patentansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung mit besonderen Vorteilen bezüglich optimaler Prozesssteuerung, Aufbau, Formgebungen, Oberflächengestaltung und Design der Formkörper sowie von deren mechanischen Eigenschaften.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren weiter erläutert, dabei zeigen:

- Fig. 1            an einer erfindungsgemässen Vorrichtung mit beidseitigen Formschalen und Temperiermitteln das Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten thermoplastischen Formkörpern,
- Fig. 2            einen zeitlichen Verlauf der Temperatur an den Formschalen
- Fig. 3            einen zeitlichen Verlauf vom auf die Formschalen ausgeübten Differenzdruck,
- Fig. 4            einen zeitlichen Verlauf des resultierenden Kompressionswegs
- Fig. 5            einen zeitlichen Verlauf des Differenzdrucks mit zusätzlichem Aussendruck,
- Fig. 6            ein weiteres Beispiel eines zeitlichen Verlaufs der Temperatur,
- Fig. 7            ein Beispiel von in die Formschalen integrierten Temperiermitteln mit Kanälen und Heizdrähten,
- Fig. 8, 9          Beispiele von Zentrierungen und Rückhaltezone,
- Fig. 10, 11       Beispiele von Randabdichtungen,
- Fig. 12          Formschalen für eine Liegeschale,

- Fig. 13           Formschalen im Grundriss mit verschiedenen Temperierzonen  
Fig. 14a – d       illustrieren die Verfahrensschritte,  
Fig. 15           einen typischen Schichtaufbau,  
Fig. 16a, b       Beispiele von Ausformungen der Formschalen,  
Fig. 17a           einen Formkörper mit Einlegeteilen,  
Fig. 17b           einen Formkörper mit elastischen Zonen und mit einem Hohlkörper,  
Fig. 18           eine erfindungsgemässe Anlage mit zugeordneten Stationen,  
Fig. 19           zweiteilige, separierbare Formschalen mit einem Randteil und einem  
                    Formteil,  
Fig. 20           eine Formschale mit unterschiedlichen Bereichen,  
Fig. 21           einen Formkörper mit integriertem Gaskissen.

Das erfindungsgemässe Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus faserverstärktem (oder auch aus unverstärktem) thermoplastischem Material in einem einstufigen Herstellprozess, wird an der Anlage 30 von Fig. 1 im Zusammenhang mit den Fig. 2 – 6 illustriert. Fig. 1 zeigt ein Werkzeug mit einer unteren und einer oberen Formschale 10a, 10b, welche eine Formkavität 12 mit beidseitig definierten Oberflächen 11a, 11b bilden. Diese Formschalen sind dünnwandig und metallisch ausgebildet und sie weisen eine Zentrierung 15a, 15b der beiden Formschalen, eine Weg aufnehmende, luftdichte Randabdichtung 16 zwischen den beiden Formschalen und Temperiermittel 13 zum steuerbaren Heizen und Kühlen an beiden Formschalen auf. Die Temperiermittel 13 mit einem guten Wärmeübergang auf die Formschalen, bestehen hier aus Heizdrähten 21 und Kühlkanälen 24 mit einem Kühlmedium 23. Die Formschalen enthalten zusätzlich am Rand eine Rückhaltezone 17 und einen Vakuumkanal 18 sowie eine Vakuumvorrichtung 31 zu Evakuieren der Formkavität, eine Temperiertvorrichtung 33 und eine Steuerung 34. Vakuumanschlüsse können auch an geeigneten Stellen innerhalb der Formschalen angebracht sein. Mit einer Druckluftvorrichtung 32 kann in einer Druckkammer 35 ein zusätzlicher Aussendruck p2 auf die Formschalen 10a, 10b ausgeübt werden.

Zur Herstellung der Formkörper wird thermoplastisches Material 2 mit oder ohne Verstärkungsfasern 3 lokal definiert in eine Formschale eingelegt, dann werden die

Formschalen geschlossen und evakuiert mit dem Druck  $p_1$  und dabei zusammengedrückt, wodurch eine Verkleinerung  $ds_1$  des Abstands zwischen den Formschalen erfolgt. Dann werden die Formschalen mit den Temperiermitteln 13 über den Schmelzpunkt  $T_m$  des thermoplastischen Materials 2 hinaus aufgeheizt und auf einer Temperatur  $T_s$  gehalten zum Konsolidieren und Verfliessen des thermoplastischen Materials unter dem auf die Formschalen wirkenden gerichteten Druck  $dp$ , wobei ein weiteres Zusammendrücken der Formschalen um einen Kompressionsweg  $ds_2$  erfolgt bis zum konturfüllenden Ausfliessen. Anschliessend wird unter Druck definiert abgekühlt bis zur vollständigen Verfestigung des eingelegten Materials, d.h. unter die Erstarrungstemperatur  $T_f$ , worauf die Formschalen geöffnet und der gebildete Formkörper 1 entnommen wird.

Die Dimensionierung der metallischen Formschalen 10 mit relativ geringer Wandstärke  $w$  wird so gewählt,

- dass eine genügende mechanische Festigkeit zur Ausführung des Verfahrens besteht,
- die Formschalen formstabil, d.h. in tangentialer Richtung praktisch starr sind, so dass eine definierte Oberflächenform entsteht
- und jedoch dünn genug, so dass die Formschalen in senkrechter Richtung  $dp$  leicht biegeelastisch sind, so dass Dickenunterschiede in beschränkter Masse ausgeglichen werden können,
- und dass damit eine sehr gute und in tangentialer Richtung ausgeglichene Wärmeleitung von den Temperiermitteln 13 durch die metallische Formschale auf das eingelegte Material erfolgt.

Dazu kann die Dimensionierung beispielsweise betragen:

- eine Wandstärke  $w$  von z.B. 1 – 5 mm, vorzugsweise meist 1 – 3 mm
- bei einer Länge bzw. Längenausdehnung  $l$  des Formkörpers von z.B. 10 – 100 cm
- und mit einem Wandstärken/Längenverhältnis  $w/l$  beispielsweise in der Grössenordnung von 1%.

Mit den erfindungsgemässen beidseitigen, dünnen metallischen Formschalen 10a, 10b mit Temperiermitteln 13 wird erreicht:

- hohe Heiz- und Kühlleistungen direkt an den Formschalen mit hoher Wärmeleitung , dies ergibt
- kürzere Zykluszeiten mit optimaler, rascher, dynamischer Steuerung der Temperatur  $T(t)$
- vollständig definierte beidseitige Oberflächenformen
- durch die gerichtete Druckkraft  $dp$ , welche auf die Formschalen ausgeübt wird, wird ein seitliches Ausfliessen von thermoplastischem Material bis zum vollständigen Ausfüllen von komplexen Formkavitäten erreicht
- und durch eine geringe Biegeelastizität der dünnen Formschalen können Schichtdicken-Unterschiede bereichsweise beim Abkühlen nachgedrückt und damit auch besser kompaktiert werden.

Damit können Formkörper in hoher Qualität in einem Schritt praktisch in Endform rationell gefertigt werden. Ein nachträgliches Konturschneiden entfällt.

Die Fig. 2 – 6 illustrieren die erfindungsgemässen Verfahrensschritte: die zeitliche Führung von Temperatur, Druck und der damit bewirkten Kompression bis zum vollständigen Ausfliessen der Kavität und zum Kompaktieren des Formkörpers (siehe auch Fig. 14a – d).

Fig. 2 zeigt den gesteuerten Temperaturverlauf an den Formschalen 10a, 10b in Funktion der Zeit  $T(t)$  mit drei Zeitphasen: aufheizen in einer Zeit  $dt_1$ , konsolidieren und Form ausfliessen in einer Zeit  $dt_2$  und abkühlen in einer Zeit  $dt_3$ . Typische Zeiten sind z.B.:

$dt_1 = 3 \text{ Min. } (2 - 5 \text{ Min.})$

$dt_2 = 2 \text{ Min. } (1 - 3 \text{ Min.})$

$dt_3 = 3 \text{ Min. } (2 - 4 \text{ Min.})$

Eine Zyklusdauer beträgt insgesamt z.B. 8 Min. (5 – 12 Min.).

Das Aufheizen erfolgt relativ rasch (dank unmittelbar an den Formschalen angebrachten Temperiermitteln mit optimalem Wärmeübergang auf das eingelegte Material) über den

Schmelzpunkt  $T_m$  des thermoplastischen Materials hinaus, welcher nach einer Zeit  $t_1$  erreicht wird, und weiter bis zu einer einstellbaren optimalen Fliesstemperatur  $T_s$  (dem eingelegten Material und der gewünschten Formgebung entsprechend) zum optimalen Konsolidieren und Form-Ausfliessen. Anschliessend erfolgt eine gesteuerte Abkühlung bis zur vollständigen Verfestigung des Formkörpers bei einer Erstarrungstemperatur  $T_f$  zur Zeit  $t_2$  ( $T_f$  liegt meist unterhalb  $T_m$ ) und zur Entformung zu einer Zeit  $t_e$  mit einer Entformungstemperatur  $T_e$  unterhalb  $T_f$ .

Fig. 3 zeigt den Druckverlauf in Funktion der Zeit  $p(t)$  bzw. den auf die Formschalen ausgeübten Differenzdruck  $dp(t)$ . Das Vakuum bzw. der Unterdruck  $p_1$  wird rasch angelegt und bis kurz vor der Entformung ( $t_e$ ) aufrecht erhalten. Vorzugsweise erfolgt ein möglichst vollständiges Evakuieren mit  $p_1 = -1$  bar, so dass keine Lufteinschlüsse und Gasreste in der Formkavität mehr vorhanden sind. (Mit einem Restvakuumdruck unter 100 mbar, z.B. in der Grössenordnung von 1 mbar.) Für viele Anwendungen genügt Evakuieren mit dem Unterdruck  $p_1$  als Differenzdruck  $dp$ , d.h. es ist kein zusätzlicher Aussendruck  $p_2$  erforderlich.

Fig. 4 zeigt den resultierenden entsprechenden Kompressionsweg  $s(t)$  mit mehreren verschiedenen Stufen  $ds_1$ ,  $ds_2$ ,  $ds_3$  des Zusammendrückens. Bis zum Erreichen des Schmelzpunkts  $T_m$  zur Zeit  $t_1$  wird das noch feste Material komprimiert mit einem Kompressionsweg  $ds_1$ . Anschliessend folgt ein weiterer Kompressionsweg  $ds_2$  entsprechend dem Konsolidieren und Verfliessen des thermoplastischen Materials bis zur vollständigen Konturfüllung. Beim Abkühlen entsteht ein Materialschwund. Durch den angelegten Differenzdruck  $dp$  wird dabei der entstehende Formkörper weiter kompaktiert bzw. zusammengepresst mit einem weiteren Kompressionsweg  $ds_3$ .

Fig. 5 zeigt den zeitlichen Druckverlauf  $dp(t)$ , wenn zum Vakuumdruck  $p_1(t)$  zusätzlich ein äusserer Druck  $p_2(t)$  auf die Formschalen ausgeübt wird und damit der Differenzdruck  $dp(t) = p_1(t) + p_2(t)$  wesentlich erhöht werden kann, um so einerseits ein rascheres Konsolidieren und Ausfliessen zu erreichen und auch um beim Abkühlen eine noch stärkere Kompaktierung ( $p_{2.3}$ ) zu bewirken. Zum optimalen Ablauf dieser Vor-



gänge kann der Aussendruck  $p_2(t)$  z.B. auch stufenweise erhöht werden auf: p2.1, p2.2, p2.3. Damit können einerseits die Zykluszeiten verkürzt und andererseits die mechanischen Eigenschaften und die kompakte Formgebung von besonders anspruchsvollen Formkörpern weiter verbessert und auch ein Verzug reduziert oder verhindert werden.

Fig. 6 zeigt ein weiteres Beispiel einer gesteuerten, dynamischen Temperaturführung  $T(t)$  (abhängig von der Art und der Zusammensetzung des eingelegten Materials). Beim Aufheizen wird hier die Temperatur  $T(t)$  über dem Schmelzpunkt  $T_m$  langsamer weiter erhöht bis zur Temperatur  $T_s$ , um ein ausgeglicheneres anfängliches Verfließen zu erreichen.

Das Abkühlen erfolgt nicht linear, sondern wird in einem Temperaturbereich, in dem Materialumwandlungen auftreten, insbesondere in einem Kristallisations-Temperaturbereich  $T_k$  bei teilkristallinen Thermoplasten, verlangsamt und damit die Kristallisation und die resultierende Festigkeit des Formkörpers erhöht. Die gesteuerte Führung der Temperatur  $T(t)$  kann auch lokal unterschiedlich sein. Bei Ausformungen wie dickeren Stellen und Rippen kann zur Vermeidung von Verzug und zur besseren Kompaktierung lokal eine stärkere Kühlleistung vorgesehen sein, damit der ganze Formkörper gleichmässig abgekühlt wird. Diese Temperaturen können beispielsweise für Polypropylen als Thermoplast betragen:  $T_m = 170^\circ\text{C}$ ,  $T_s = 200^\circ\text{C}$ ,  $T_f = 130^\circ\text{C}$  und  $T_k = 130$  bis  $80^\circ\text{C}$ .

Fig. 7 zeigt weitere vorteilhafte Ausformungen der Temperiermittel 13 an den Formschalen 10. Es ist wichtig, dass zum raschen und gleichmässigen, homogenen Aufheizen und Abkühlen des eingelegten Materials von den Temperiermitteln 13 über die Formschalen ein guter Wärmeübergang mit einer guten Wärmeleitung in den Formschalen erreicht wird. Dazu werden dünne metallische Formschalen 10 eingesetzt, welche auf verschiedene Arten aus Metall hergestellt werden können, z.B. aus tiefgezogenem Blech (auch aus Aluminium). Sie können auch mehrteilig zusammengesetzt werden (Fig. 20). Besonders vorteilhaft sind galvanische Schichten, welche vorzugsweise aus Nickel (Ni) und Kupfer (Cu) bestehen können.

Als Temperiermittel kann mit Vorteil auch ein Fluid, insbesondere ein flüssiges Medium 23 eingesetzt werden, welches in an den Formschalen angebrachten Kanälen 24 zirkuliert. Ein flüssige Medium oder ein Fluid kann sowohl nur als Kühlmittel (z.B. am einfachsten mit Wasser) oder auch als Kühlmittel und als Heizmittel eingesetzt werden. Als Heizmittel und als Kühlmittel für höhere Temperaturen können temperaturbeständige Öle eingesetzt werden. Ein besonders geeignetes Kühlmittel für höhere Temperaturen kann aus einem Wasser/Luft-Gemisch bestehen.

Als elektrisch sehr gut steuerbare Temperiermittel können auch isolierte elektrische Heizdrähte 21 eingesetzt werden, welche an den Formschalen angebracht sind. Im Beispiel von Fig. 7 sind die Temperiermittel 13, hier als Kanäle 24 und als integrierte elektrische Heizdrähte 21, direkt in die Formschalen 10, z.B. in die galvanischen Schichten integriert. Dies ergibt eine rationelle Herstellung und besonders günstige thermische Eigenschaften. Über diesen Temperiermitteln kann eine thermische Isolationsschicht 19 (z.B. Glaswolle) aufgebracht sein. Die Temperiermittel 13 können z.B. auch als flächige Schichten oder Bänder, als Heizkissen und Kühlkissen, an die Formschalen angebracht sein. Mit diesen Temperiermitteln 13 sind sehr gute Kühl- und Heizleistungen erreichbar.

Die Fig. 8 und 9 zeigen Beispiele von Formgebungen von Randbereichen der Formschalen 10a, 10b, welche, aufeinander abgestimmt, Vakuumkanäle 18, Zentrierungen 15 und Rückhaltezone 17 bilden. Die Vakuumkanäle 18 werden am Rand der Formschalen rundum geführt. Die Zentrierungen 15a, 15b an den beiden Formschalen führen diese beim Zusammentreffen so, dass die Endformen der beiden Oberflächen des resultierenden Formkörpers relativ zueinander genau positioniert sind.

Am Rand der Formkavität 12 sind Rückhaltezone bzw. Rückhaltemittel 17 für das geschmolzene thermoplastische Material geformt, so dass beim Ausfließen die Formkavität vollständig durch thermoplastisches Material gefüllt wird bis zur Rückhaltezone 17, und hier dann so weit gestoppt wird, dass der angelegte gleichmässige Druck  $p$  auf die ganzen Formschalen 10 erhalten bleibt und jedoch kein weiteres Material mehr über die Rückhaltezone austritt. Diese Rückhaltezone weist im Beispiel von Fig.

8 einen sehr dünnen Formspalt 17 auf mit einem Abstand von z.B. nur 0.1 bis 0.5 mm bei Formschluss und mit Kontaktstellen 17a, welche ganz geschlossen werden (Nullpressung).

Das Beispiel von Fig. 9 zeigt eine Tauchkante 17b als Rückhaltezone 17, welche bei Formschluss der beiden Formschalen den Ausfluss von weiterem thermoplastischem Material ebenfalls stoppt.

Die Fig. 10 und 11 zeigen Beispiele von Weg aufnehmenden Randabdichtungen 16, welche eine luftdichte Abdichtung im ganzen Prozessverlauf sicherstellen, so dass die Kompressionswege ds aufgenommen werden. Fig. 10 zeigt ein Beispiel einer Hohlprofilabdichtung, welche hier zudem aufblasbar ist 56 (mit einem passenden Druck), welche im Prinzip als Hohlprofil-Rollbalgdichtung arbeitet.

Fig. 11 zeigt ein Beispiel einer einfachen Rollbalgdichtung, welche die Ränder beider Formschalen 10a, 10b miteinander verbindet und luftdicht abschliesst.

Die Fig. 12 zeigt einen Querschnitt durch die Formschalen 10a, 10b für eine Liegeschale 52 als Formkörper 1, bei welchen zwei Sicken bzw. Stützkufen 53 als Auflagestützen der Liegeschale dienen. Diese Stützkufen 53 weisen deshalb lokal einen wesentlich höheren Faseranteil als Verstärkung auf als die übrigen Bereiche der Liegeschale 52. Mit der Formgebung der Stützkufen 53 kann ebenfalls eine Zentrierung 15 erreicht werden.

Fig. 13 zeigt Formschalen 10a, 10b im Grundriss, wobei hier die Zentrierungen 15a, 15b an den Formschalen nur an einzelnen Stellen ausgebildet sind. Die Rückhaltezone 17 (wie auch die Randabdichtung 16 und der Vakuumkanal 18) verlaufen dagegen am Rand rund um die ganzen Formschalen herum. Dieses Beispiel illustriert auch eine lokal unterschiedliche Temperierung: In Bereichen oder Zonen, in denen eine stärkere Temperierung Q2, T2 erfolgen soll, können z.B. die Abstände zwischen einzelnen Heizdrähten 21 oder Kühlkanälen 24 kleiner gewählt sein als in Bereichen mit geringer Temperierung Q1, T1. Unterschiedliche Temperierungen können durch unterschiedliche

Heiz- und Kühlleistungen ( $Q_1$ ,  $Q_2$ ) oder durch unterschiedliche Temperaturen ( $T_1$ ,  $T_2$ ) erzeugt werden, z.B. durch unterschiedliche Heizleistungen von Heizdrähten 21 oder durch unterschiedliche Temperaturen und Durchflussmengen von Heiz- bzw. Kühlmedien 23. Wie in Fig. 20 illustriert wird, kann auch der Wärmekontakt zwischen Temperiermitteln und Formschalen örtlich variiert werden. So können beispielsweise Rückhaltezone 17 stärker gekühlt werden und damit die Fließfähigkeit des Thermoplasts gesteuert reduziert und das weitere Ausfliessen gestoppt werden.

Die Fig. 14a – 14d illustrieren im Zusammenhang mit den Fig. 2 – 6 die Verfahrensschritte weiter. Fig. 14a zeigt das kalt eingelegte, lokal formgerecht positionierte thermoplastische Material 2 mit Verstärkungsfasern 3. Fig. 14b zeigt das durch Evakuieren, bzw. durch den auf die ganzen Formschalen wirkenden gerichteten Druck  $dp$ , kompaktierte Material, welches um einen Kompressionsweg  $ds_1$  zusammengedrückt wurde. Fig. 14c zeigt das Ausfliessen (50) des thermoplastischen Materials mit vollständigem Ausfüllen der Formkavität 12 bis zur Rückhaltezone 17 mit einem weiteren Kompressionsweg  $ds_2$ . Anschliessend erfolgt das Abkühlen und Nachkonsolidieren und weiteres Komprimieren mit einem allfälligen weiteren Kompressionsweg  $ds_3$ . Dabei kann zusätzlich, bei Bedarf ein Aussendruck  $p_2$  mit Druckstufen  $p_{2.1}$ ,  $p_{2.2}$ ,  $p_{2.3}$  angelegt werden (siehe Fig. 5).

Fig. 14d zeigt den resultierenden Formkörper 1 mit beidseitig definierten geformten Sichtoberflächen 9a, 9b und mit einem sehr dünnen Grat an der Rückhaltezone (17) welcher leicht entfernt werden kann. Somit können Formkörper mit einwandfreier Endform praktisch ohne Abfall einstufig und relativ rasch und ohne Nachbearbeitung produziert werden.

Mit dem erfindungsgemässen Verfahren können verschiedene Materialarten gleichzeitig kalt in die Formschale eingebracht werden und es können lokal unterschiedliche Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften und Formen (wie Fasergehalt, Fließfähigkeit, Steifigkeit und Materialart) in definierten Positionen in die Formschalen eingelegt werden. Damit kann der Schichtaufbau optimal und mit einem viel grösseren Spektrum

von Möglichkeiten als bisher lokal den verschiedensten Anforderungen entsprechend ausgelegt werden bezüglich mechanischer Eigenschaften, Formgebungen und Design von beidseitigen Sichtoberflächen, welche in einem einstufigen Verfahren einfach hergestellt werden können.

Die in die Formschalen eingelegten Materialien, thermoplastisches Material 2 und Verstärkungsfasern 3, können in verschiedenen Formen verwendet werden:

Thermoplaste als Fliessmaterial in Form von Folien, Garnen, Granulaten oder Pulver und Faserverstärkungen als Fasergewebe, Gelege, Faser-Vliese, Hybridgarne und auch als Halbzeuge. Geeignete Thermoplaste können z.B. sein Polypropylen PP, Polyamid PA, Polyethylenterephthalat PET, Polybutylenterephthalat PBT, Polycarbonat PC etc. und als Verstärkungsfasern: Glas, Kohle oder Aramid.

Fig. 15 zeigt einen typischen mehrschichtigen Schichtaufbau 4 für einen faserverstärkten Struktur- und Formkörper 1 mit äusseren Deckschichten 6, welche auch Formschichten bilden, darunter mit einer oberen und einer unteren faserverstärkten Strukturschicht 7 und einer mittleren Kernschicht 8, welche eine innere Formschicht bildet. Die Formschichten 6 und 8 weisen dabei eine, den gewünschten Formgebungen entsprechende Fliessfähigkeit und Dimensionierung auf. Als Deckschichten können z.B. auch Farbschichten eingesetzt werden, welche bis zum Abschluss des Formkörpers in die Rückhaltezone 17 hinein verlaufen, während Strukturschichten 7 vor dem Abschluss (17) enden können und somit müssen keine Faserschichten nach der Entformung abgeschnitten werden. Fig. 15 zeigt als Beispiel auch eine Ausformung 42 mit grösserer Wandstärke 45, welche mit passender Materialeinlage gefüllt und ausgeflossen wird.

Die Fig. 16a, b zeigen Formschalen 10a, 10b bzw. resultierende Formkörper 1, welche verschiedene Ausformungen 42 aufweisen. Fig. 16a zeigt auf der oberen Oberfläche 9b eine Ausformung in Form einer strukturierten Oberfläche, z.B. mit einem Narbenmuster als Sichtoberfläche. Die untere Oberfläche 9a weist hier Rippen 43 auf, welche in der Fliessphase (dt2) ausgeflossen (50) bzw. vollständig gefüllt wurden, wobei hier lokal entsprechend genügend fliessfähiges Material in die Formschale eingelegt wurde.

Fig. 16b zeigt ein Beispiel mit Ausformungen 42 in Form von Löchern oder Durchbrüchen 44, welche in der Fliessphase erzeugt wurden durch vollständiges Zusammendrücken der beiden Formschalen 10a, 10b an dieser Stelle 44, wie auch dicke Schichtstellen 45, wobei die Materialeinlage wiederum lokal entsprechend zusammengestellt ist zum vollständigen Ausfliessen (50) der Ausformungen. Ein metallisches Einlegeteil 28 am Rand der Kavität kann nach der Herstellung des Formkörpers wieder entfernt werden zur Bildung eines Hinterschnitts.

Fig. 17a zeigt zwei Beispiele von zusätzlichen, nicht schmelzenden Einlagen, welche in einen Formkörper integriert werden können: eine zusätzliche Oberflächenschicht 29, z.B. als Dekorschicht oder als Gewebekaschierung, und ein Einlegeteil (Insert) 28, welches im Formkörper bleibt, hier z.B. in Form eines Fixierelements oder Gewindes, mit welchen Befestigungen oder Krafteinleitungen realisiert werden können. Dazu wird hier das Einlegeteil 28 mit einem lokal erhöhten Anteil von faserverstärkten Schichten 7 in den Formkörper 1 eingebunden.

Die Fig. 17b illustriert, dass auch weitere Materialien einfach in die Formkörper integriert werden können wie weiche, elastische Materialien, z.B. temperaturbeständige thermoplastische Elastomere TPE, z.B. thermoplastische Oligomere TPO, sowohl als Oberflächenschicht oder auch in bestimmten Bereichen 26, welche lokal eine elastische, weiche Stelle bilden können. Es ist auch möglich, Hohlkörper oder Hohlräume 46 zu bilden, z.B. mittels Gas-Innendruck, mit aufblasbaren Membranen oder mit eingelegten Füllstoffen, z.B. indem ein geformter, nicht schmelzender Kern eingelegt wird, welcher nach dem Verpressen mit Wasser wieder ausgewaschen werden kann.

Fig. 18 zeigt eine Anlage 30 zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens und mit zugeordneten weiteren Stationen, mit welchen eine automatisierte, serienmässige Herstellung von faserverstärkten Formkörpern möglich ist. Die Anlage 30 enthält eine untere und eine obere Formschale 10a, 10b mit Temperiermitteln 13, welche mit einer Temperiervorrichtung 33 verbunden sind, z.B. mit einer Speisung für Heizdrähte und mit einer Kühlvorrichtung für ein flüssiges Kühlmedium 23, oder auch mit einer

Heizvorrichtung und einer Kühlvorrichtung für ein Heiz- und ein Kühlfluid, welches abwechselnd durch dieselben Kanäle 24 gefördert werden kann, sowie eine Vakuumvorrichtung 31 zur Erzeugung des Unterdrucks  $p_1$  und falls notwendig eine zusätzliche Druckluftvorrichtung 32 zur Erzeugung eines Aussendrucks  $p_2$  in einer Druckkammer 35, welche die Formschalen 10a, 10b umschliesst. Ein steuerbarer Aussendruck  $p_2$  kann vorzugsweise mit Druckluft von z.B. 1 bis 10 bar realisiert werden. Eine besonders leichte und feste Druckkammer 35 wird z.B. gebildet aus zwei gewölbten Halbschalen 36a, 36b aus endlosfaserverstärktem Kunststoff in einer Wandstärke von z.B. 3 – 4 mm, welche geöffnet werden können und welche einen Rahmen mit einer Verriegelung 37 aufweisen.

Der Anlage 30 ist eine Konfektionierungsstation 38 zugeordnet zum Zuschneiden von verschiedenen Materiallagen aus Thermoplasten 2 und Faserverstärkungen 3 und zum Zusammenstellen von Materialpacks 27, welche auch weitere Einlagen enthalten können. Mit einem Handlingroboter 39 kann Material bewegt werden zum Zusammenstellen von Materialpacks 27, zum positionierten Einlegen in die Formschalen 10 und zum Entformen. Eine Prozesssteuerung 34 steuert die Verfahrensparameter, d.h. die Temperierung  $T(t)$ , den Druck  $p(t)$  und die Materialbewegungen.

Fig. 19 zeigt ein Beispiel von Formschalen 10, welche separierbar zweiteilig ausgebildet sind mit einem äusseren Randteil 10.1 und einem die Formkavität 12 bildenden inneren Formteil 10.2. So können die beiden Teile separat und unterschiedlich gefertigt werden: der Randteil 10.1 z.B. steifer und mit komplizierteren Formen für Randfunktionen, Führungen, Halterungen, Anschlüsse, Zuleitungen usw. und der Formteil 10.2 mit einfacheren Formen kann z.B. galvanisch, dünnwandig und damit eine leichte Biegeelastizität aufweisend ausgeführt werden. So kann der Formteil 10.2 ausgewechselt werden und es können verschiedene Formteile mit einem Randteil 10.1 verwendet werden zur Herstellung verschiedener Formkörper. Dies ergibt eine Kosteneinsparung bei der Werkzeugfertigung. Es muss auch nur der Formteil 10.2 und nicht der Randteil 10.1 geheizt und gekühlt werden, so dass die Temperierung einfacher, rascher und energiesparender erfolgen kann. Dazu müssen die beiden Teile 10.1 und 10.2

miteinander lösbar verbunden werden, z.B. durch Verschrauben, und sie müssen im Betrieb vakuumdicht verbunden sein, z.B. durch eine Dichtung 57, und eine thermische Isolation 58 aufweisen. Im Randteil 10.1 sind die wegaufnehmende Randabdichtung 16, die Vakuumkanäle 18 und allfällig auch Zentrierungen 15, Befestigungs- und Zuleitungseinrichtungen angeordnet. Im Formteil 10.2 sind die Temperiermittel 13, eine Rückhaltezone 17 und allfällig auch Zentrierungen 15 angeordnet.

Fig. 20 zeigt weitere Beispiele von lokal unterschiedlichen Formschalen bzw. Temperierungen. Auf der linken Seite von Fig. 20 wird ein Beispiel von lokal unterschiedlicher Temperierung (Q1 = schwächer, Q2 = stärker temperiert) gezeigt, bei welchem der Wärmekontakt, d.h. der Wärmeübergang zwischen Temperiermittel 13 (z.B. Heizdrähten und Kühlkanälen) und Formschale 10 stellenweise stärker (51) oder schwächer ausgebildet wird. Die metallischen Formschalen 10 können auch aus mehreren einzelnen Teilen bzw. aus unterschiedlichen Bereichen zusammengesetzt werden. Bereiche mit sehr komplexer Formgebung, z.B. mit engen Radien, Kanten oder Rippen usw. können z.B. auch aus einem Metallstück gefräst oder erodiert werden (z.B. das Formteil oder der Bereich 10.6) und mit anderen Formteilen (10.5) zu einer ganzen Formschale 10 zusammengesetzt werden. Dabei können die verschiedenen Formteile z.B. durch Löten, Schweissen oder auch durch Eingalvanisieren zu einer ganzen Formschale verbunden werden. Als komplexe Formgebung kann z.B. auch ein Ausstosser 59 vakuumdicht in die Formschale integriert werden.

Fig. 21 zeigt weitere Beispiele von partiellen Hohlkörperstrukturen mit definierten Luft- oder Gaseinschlüssen in einem Formkörper. Auf der linken Seite von Fig. 21 weist der Formkörper eine Mittelschicht 8 auf, welche aus einem Vlies mit Lufteinschlüssen besteht und Randschichten 6, welche vollständig konsolidiert sind. An definierten Stellen 41, z.B. am Rand eines Bauteils, kann dieser Schichtaufbau vollständig verpresst und kompaktiert sein durch entsprechend geformte Formschalen 10. Rechts in Fig. 21 ist ein Gaskissen 47 zwischen faserverstärkten Strukturschichten 7 angeordnet. Dabei wird eine definierte Gasmenge (Luft oder ein Inertgas wie Stickstoff) in eine Kunststofffolie 48 gasdicht eingeschweisst zur Bildung eines Gaskissens mit einer gewünschten Form und



Lage im Formkörper oder Bauteil 1. Mit solchen partiellen Hohlkörperstrukturen können z.B. besonders steife und leichte Bauteile hergestellt werden.

Im Rahmen dieser Beschreibung werden folgende Bezeichnungen verwendet:

1	Formkörper
2	thermoplastisches Material
3	Verstärkungsfasern, Halbzeuge
4	mehrschichtiger Aufbau
6	Deckschichten, äussere Formschichten
7	faserverstärkte Strukturschichten
8	Kernschicht, innere Formschicht
9a, b	Sichtoberflächen von 1
10	Formschalen
10.1	Randteil
10.2	Formteil
10a, b	untere, obere Formschale
11a, b	Oberflächen von 10
12	Formkavität
13	Temperiermittel
14	Trennstelle von 10.1/10.2
15a, b	Zentrierung an 10
16	Randabdichtung
17	Rückhaltezone
17a	Kontaktstellen
17b	Tauchkante
18	Vakuumkanäle
19	Isolationsschicht
21	elektrische Heizdrähte
23	flüssiges Kühl-/Heizmedium
24	Kanäle
26	elastische Materialien

27	Materialpack
28	Einlegeteil (Insert)
29	zusätzliche Oberflächenschichten
30	Anlage
31	Vakuumvorrichtung
32	Druckluftzufuhr, -vorrichtung
33	Temperiertvorrichtung
34	Steuerung
35	Druckkammer
36a, b	Halbschalen
37	Verriegelung
38	Konfektionierungsstation
39	Handlingroboter
41	vollständig verpresst
42	geometrische Ausformungen
43	Rippen
44	Löcher, Durchbrüche
45	dicke Stellen
46	Hohlkörper, Hohlräume
47	Gaskissen
48	Folien
50	ausfliessen
51	starker Wärmekontakt
52	Liegeschale
53	Auflage, Stützsicken
56	aufblasbar
57	Dichtung
58	thermische Isolation
59	Ausstosser
t	Zeit
dt	Zeitdauer

dt1	aufheizen
dt2	ausfliessen
dt3	abkühlen
T, Ts, Te	Temperaturen
Tm	Schmelztemperatur
Tf	Erstarrungstemperatur
Tk	Kristallisationstemperatur-Zone
p	Druck
p1	Vakuumdruck
p2	Aussendruck, zusätzlich
dp	Druckdifferenz
s	Kompressionsweg
se	Schichtdicke von 1
ds	Kompressionsstufen, Wegdifferenzen
Q1, Q2	verschiedene Temperierungen
w	Dicke der Formschalen 10
l	Länge von 10, 12

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung von Formkörpern (1) aus thermoplastischem Material mit oder ohne Faserverstärkung in einem einstufigen Herstellprozess, dadurch gekennzeichnet, dass
  - ein Werkzeug eingesetzt wird mit einer unteren und einer oberen Formschale (10a, 10b), welche eine Formkavität (12) mit beidseitig definierten Oberflächen (11a, 11b) bilden,
  - welche Formschalen dünnwandig und metallisch ausgebildet sind
  - mit einer Zentrierung (15a, 15b) der beiden Formschalen,
  - mit einer Weg aufnehmenden, luftdichten Randabdichtung (16) zwischen den beiden Formschalen
  - und mit Temperiermitteln (13) zum steuerbaren Heizen und Kühlen an beiden Formschalen (10a, 10b),
  - wobei thermoplastisches Material (2) mit oder ohne Verstärkungsfasern (3) lokal definiert in eine Formschale eingelegt wird
  - dann die Formschalen geschlossen, anschliessend evakuiert ( $p_1$ ) und dabei zusammengedrückt werden mit einer Verkleinerung ( $ds_1$ ) des Abstands zwischen den Formschalen
  - dann die Formschalen mit den Temperiermitteln über den Schmelzpunkt ( $T_m$ ) des thermoplastischen Materials (2) aufgeheizt
  - und auf einer Temperatur ( $T_s$ ) gehalten werden zum Konsolidieren und Verfliessen des thermoplastischen Materials unter Druck ( $dp$ ) mit einem weiteren Zusammendrücken der Formschalen ( $ds_2$ ) bis zum konturfüllenden Ausfliessen,
  - anschliessend unter Druck definiert abgekühlt wird bis zur vollständigen Verfestigung des eingelegten Materials
  - und dann die Formschalen geöffnet und der gebildete Formkörper (1) entnommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum Konsolidieren und Ausfliessen zusätzlich ein äusserer Druck ( $p_2$ ) auf die Formschalen ausgeübt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Druck ( $p_2$ ) in einer Druckkammer (35) mittels Druckluft ausgeübt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Formschalen am Rand der Formkavität eine geformte Rückhaltezone (17) für das thermoplastische Material aufweisen.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am Rand der Formschalen Vakuumkanäle (18) rundum geführt sind.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit den Formschalen geometrische Ausformungen (42) wie Rippen (43), Löcher (44), Durchbrüche und unterschiedliche Wandstärken (45) gebildet werden.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Formschalen zweiteilig und separierbar ausgebildet sind mit einem festen Randteil (10.1) und einem die Formkavität (12) bildenden Formteil (10.2).
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Formschalen aus unterschiedlichen Bereichen (10.5, 10.6) zusammengesetzt sind.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die metallischen Formschalen (10a, 10b) aus galvanischen Schichten, vorzugsweise aus Ni und Cu bestehen.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass elektrische Temperiermittel in Form von isolierten elektrischen Heizdrähten (21) an den Formschalen angebracht sind.
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Temperiermittel ein flüssiges Medium (23) als Kühlmittel oder als Heiz- und Kühlmittel eingesetzt wird, welches in Kanälen (24) zirkuliert, die an den Formschalen (10a, 10b) angebracht sind.
12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperiermittel (13) direkt in die Formschalen (10) integriert sind.
13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an den Formschalen eine lokal unterschiedliche Temperierung (Q1, Q2, 51) erzeugt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierung beim Abkühlen nicht linear erfolgt, mit einem langsameren Durchlaufen bestimmter Temperaturzonen (Tk).
15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass lokal unterschiedliche Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften und Formen in definierten Positionen in die Formschalen eingelegt werden.
16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzliche Oberflächenschichten (29) in die Formschalen eingelegt werden.
17. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an den Oberflächen oder in bestimmten Zonen lokal definiert weiche, elastische Materialien (26) eingelegt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Einlegeteile (28) positioniert in die Formschalen eingelegt werden, welche in den Formkörper integriert werden oder nach der Herstellung wieder entfernt werden.
19. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Hohlkörper oder Hohlräume (46) gebildet werden.
20. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass versiegelte Gaskissen (41) mit einem definierten Gasinhalt in die Formschalen eingelegt werden.
21. Anlage (30) zur Herstellung von Formkörpern aus thermoplastischem Material mit oder ohne Faserverstärkung in einem einstufigen Herstellprozess, gekennzeichnet durch
  - ein Werkzeug mit einer unteren und einer oberen Formschale (10a, 10b), welche eine Formkavität (12) mit beidseitig definierten Oberflächen (11a, 11b) bilden,
  - welche Formschalen dünnwandig und metallisch ausgebildet sind
  - mit einer Zentrierung (15a, 15b) der beiden Formschalen,
  - mit einer Weg aufnehmenden, luftdichten Randabdichtung (16) zwischen den beiden Formschalen,
  - mit Temperiermitteln (13) zum steuerbaren Heizen und Kühlen an beiden Formschalen (10a, 10b)
  - und mit einer Vakuumvorrichtung (31) und einer Steuerung (34),
  - wobei thermoplastisches Material (2) mit oder ohne Verstärkungsfasern (3) lokal definiert in eine Formschale einlegbar ist,
  - die Formschalen geschlossen, anschliessend mit der Vakuumvorrichtung evakuiert ( $p_1$ ) und dabei zusammengedrückt werden mit einer Verkleinerung ( $ds_1$ ) des Abstands zwischen den Formschalen
  - dann die Formschalen mit den Temperiermitteln über den Schmelzpunkt ( $T_m$ ) des thermoplastischen Materials (2) aufgeheizt

- und auf einer Temperatur ( $T_s$ ) gehalten werden zum Konsolidieren und Verfliessen des thermoplastischen Materials unter Druck ( $dp$ ) mit einem weiteren Zusammendrücken der Formschalen ( $ds_2$ ) bis zum konturfüllenden Ausfliessen,
  - und anschliessend unter Druck mit den Temperiermitteln definiert abgekühlt werden bis zur vollständigen Verfestigung des eingelegten Materials.
22. Anlage nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch eine Druckvorrichtung (32), mit welcher ein zusätzlicher äusserer Druck ( $p_2$ ) mittels Druckluft auf die Formschalen ausgeübt wird.
23. Anlage nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch zwei gewölbt Halbschalen (36a, 36b) aus endlosfaserverstärktem Kunststoff mit einer Verriegelung (37), welche eine Druckkammer (35) bilden.
24. Anlage nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch eine zugeordnete Konfektionierungsstation (38) zum Zuschneiden und Zusammenstellen eines Materialpacks (27), einen Handlingroboter (39) zum positionierten Einlegen von Material und eine Prozesssteuerung (34) zum Steuern von Temperierung, Druck und Materialbewegungen.
25. Formkörper aus thermoplastischem Material, hergestellt gemäss dem Verfahren von Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beidseitig definierte, geformte, porenfreie Sichtoberflächen (9a, 9b) ausgebildet sind.
26. Formkörper nach Anspruch 25, gekennzeichnet durch einen mehrschichtigen Aufbau (4) oder durch lokal unterschiedliche Materialzusammensetzungen.



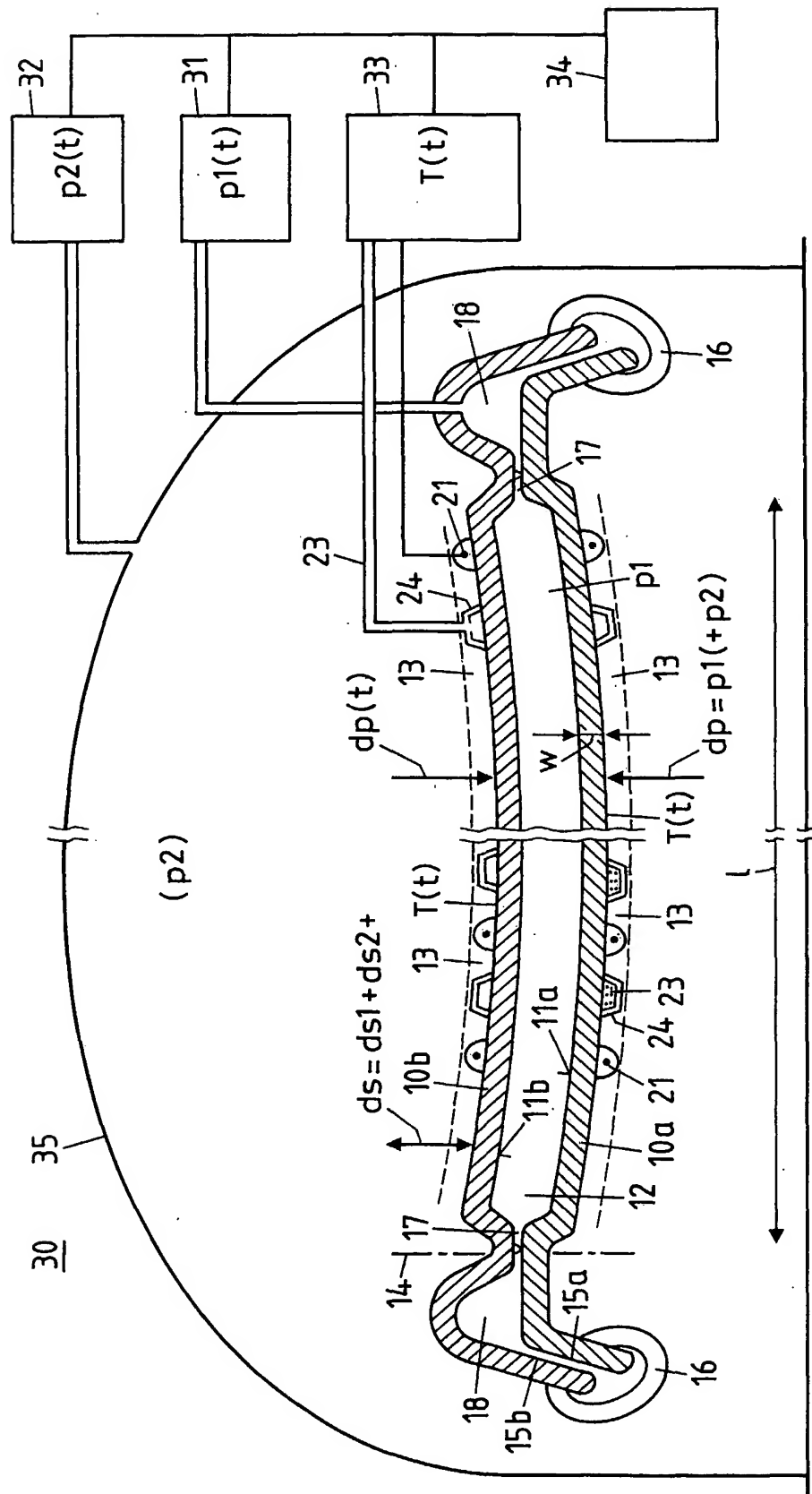


Fig. 1

2/9

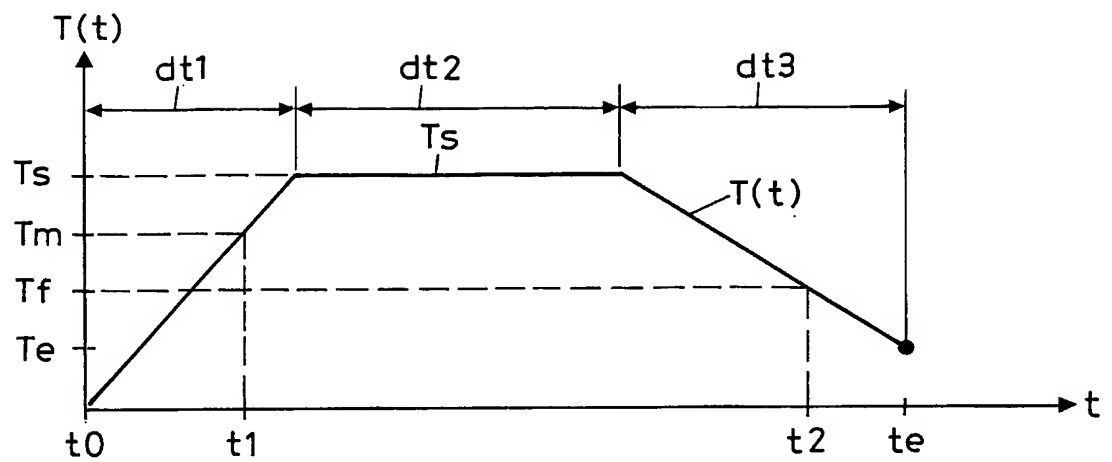


Fig. 2

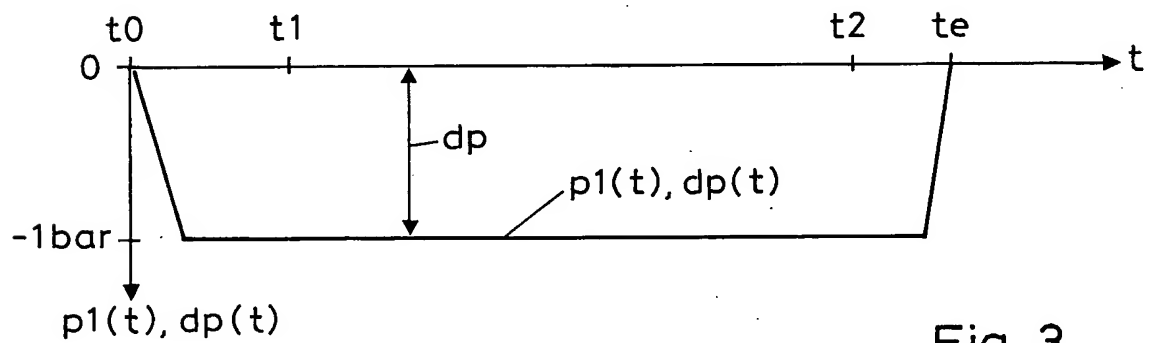


Fig. 3

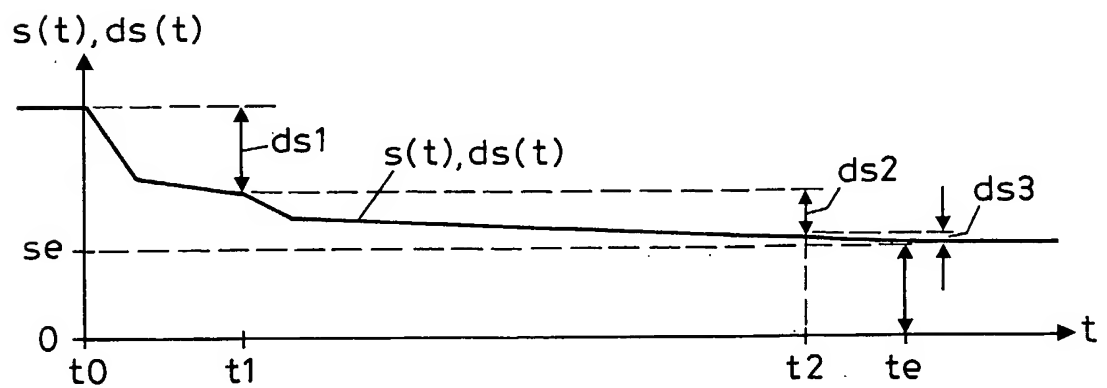
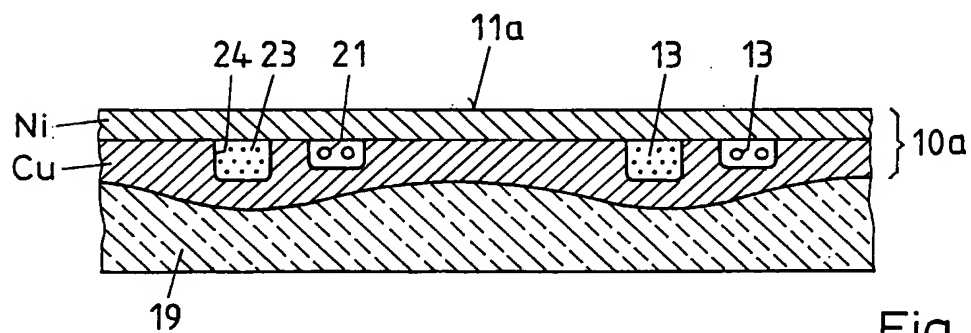
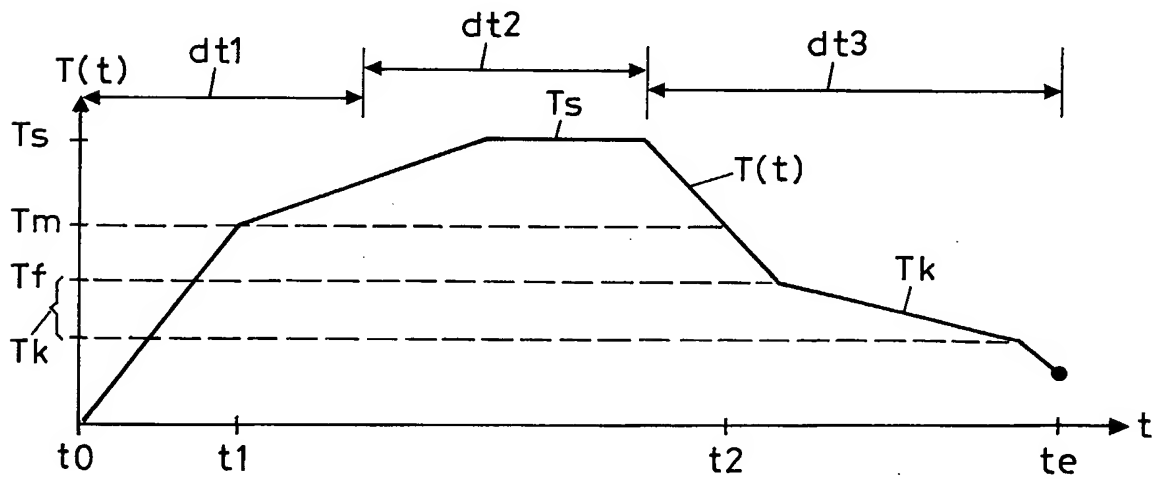
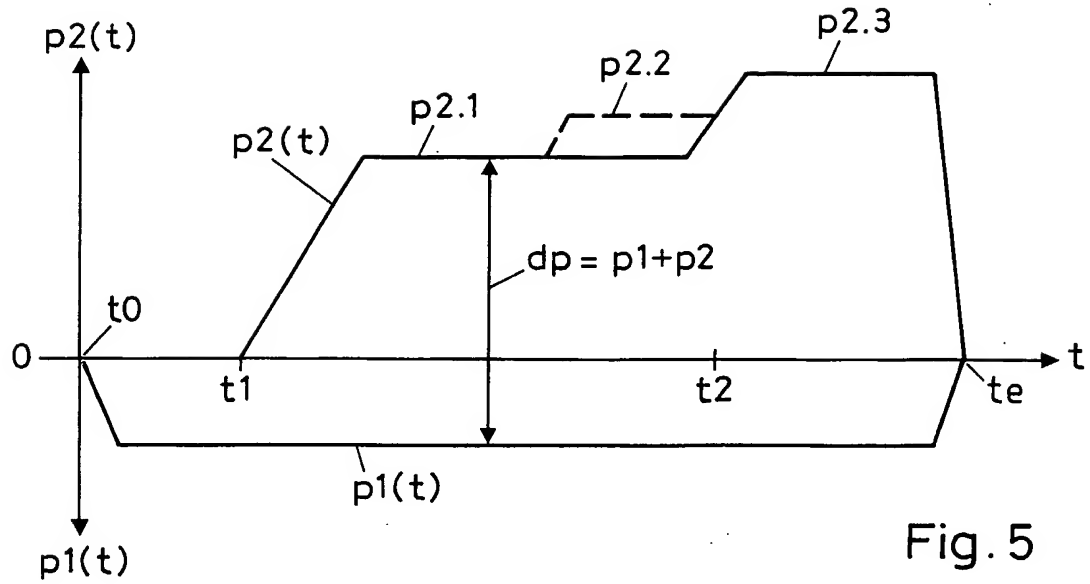


Fig. 4

3/9



4/9

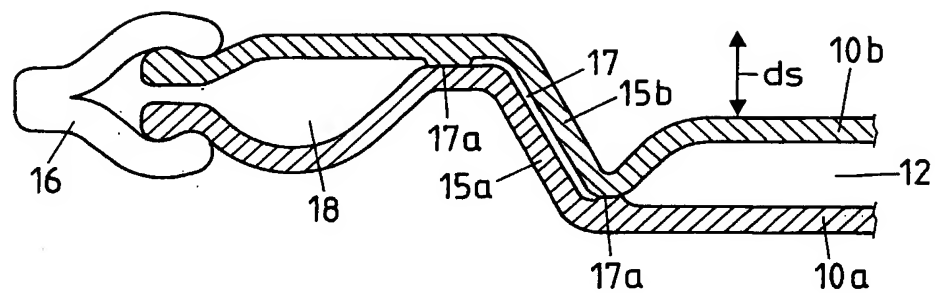


Fig. 8

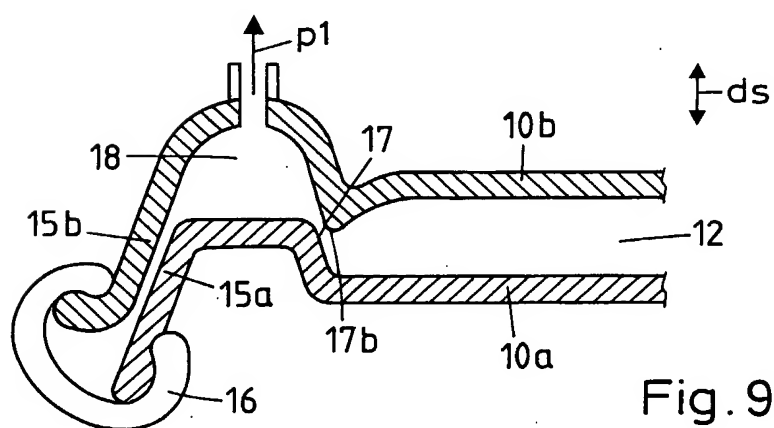


Fig. 9

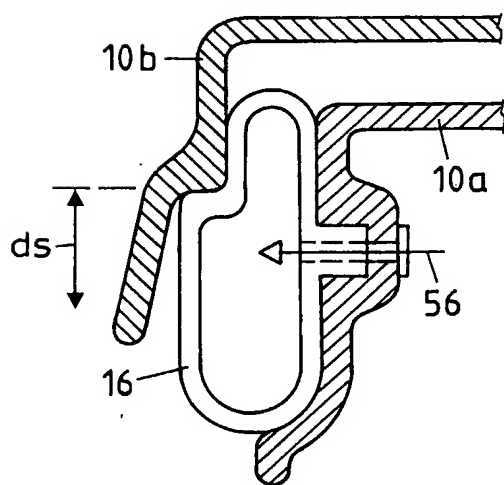


Fig. 10

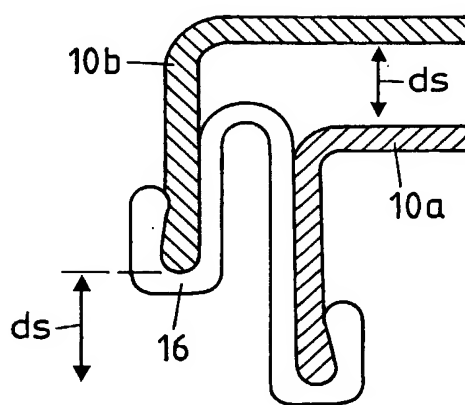


Fig. 11

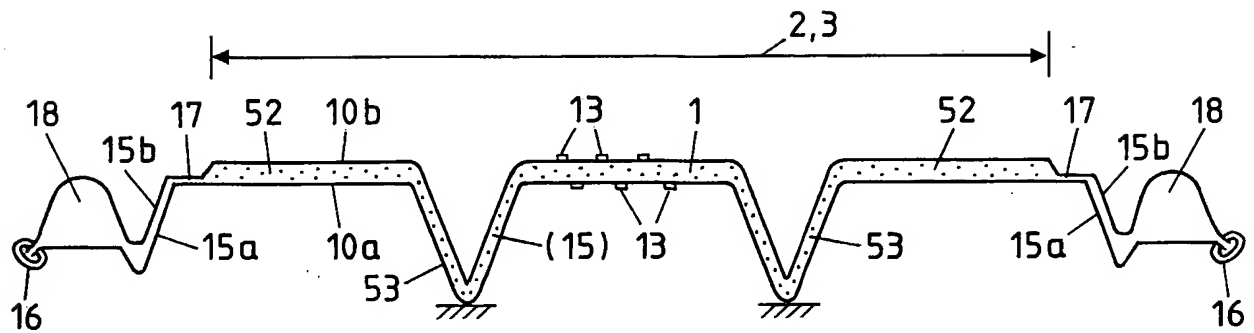


Fig. 12

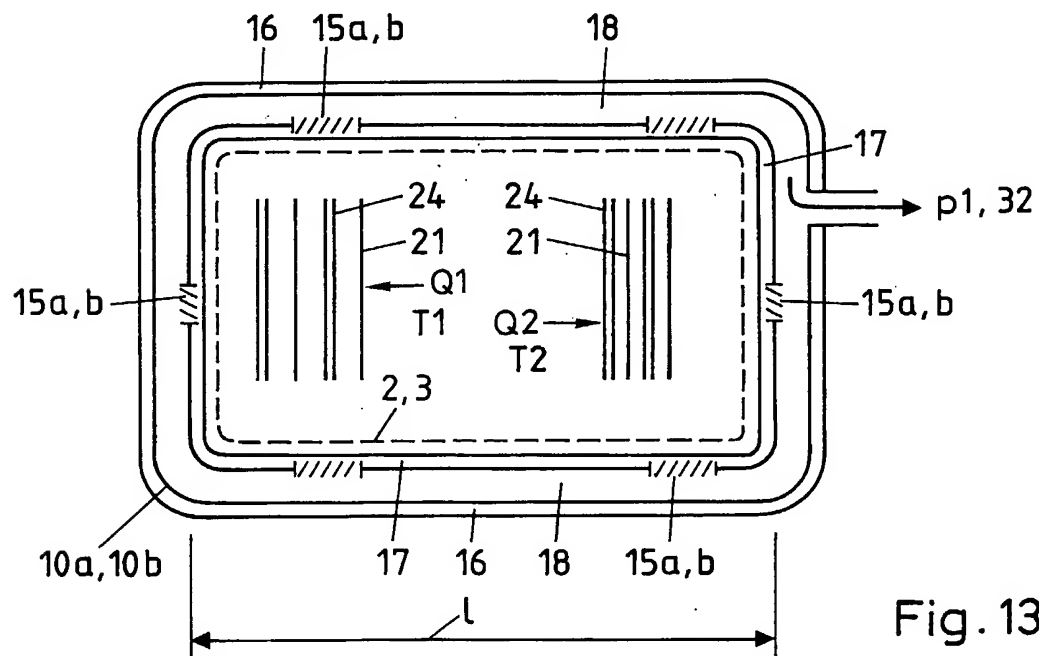
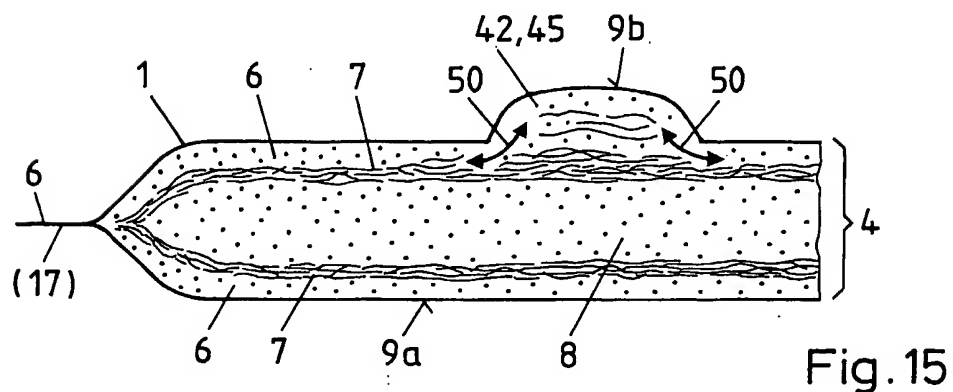
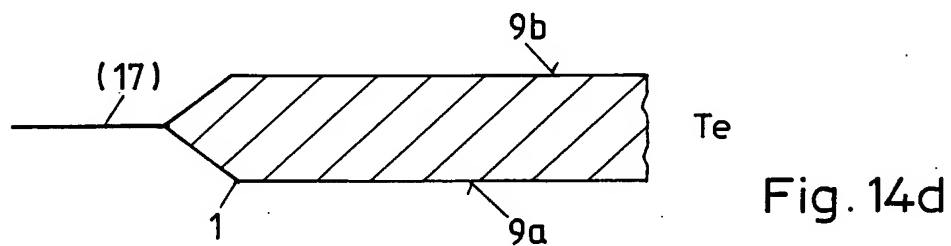
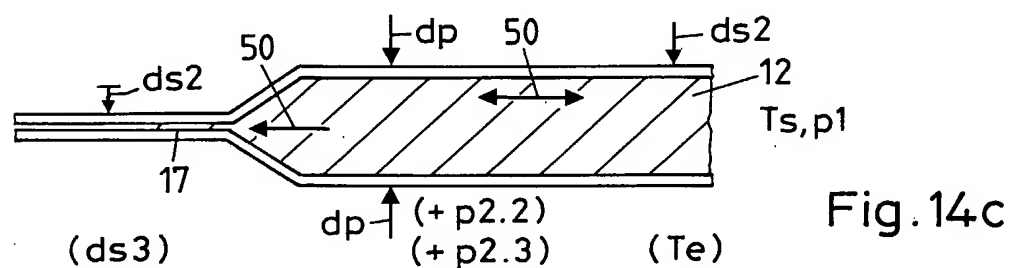
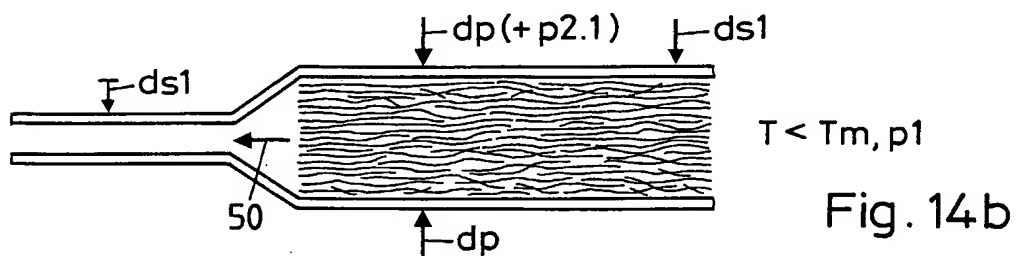
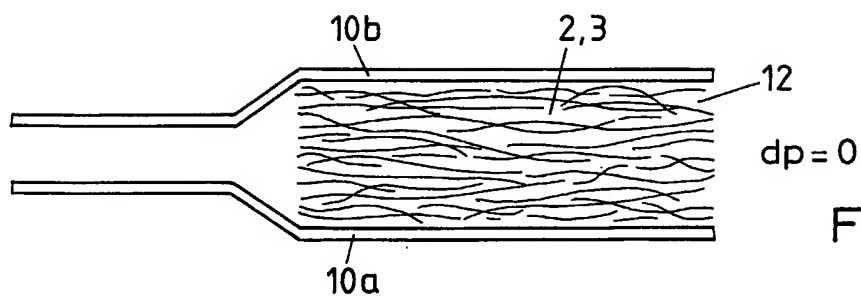


Fig. 13

6/9



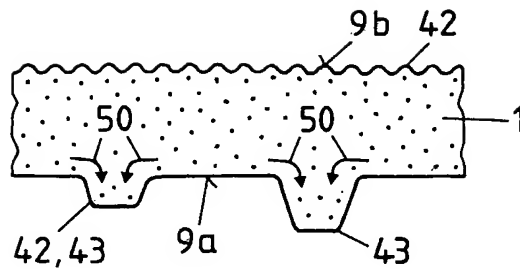


Fig. 16a

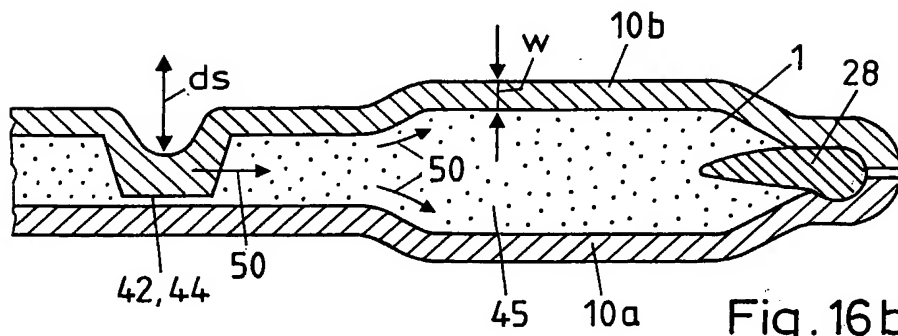


Fig. 16b

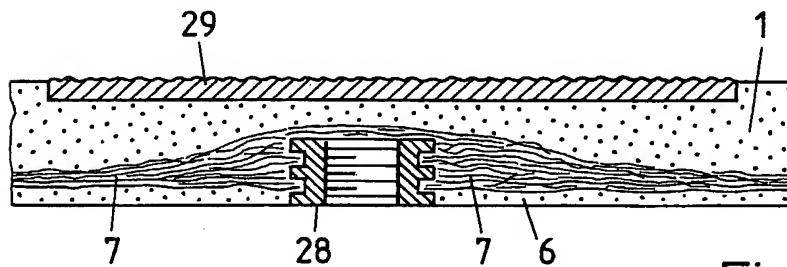


Fig. 17a

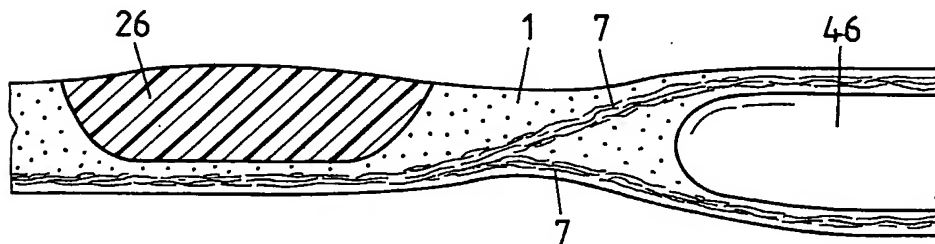


Fig. 17b

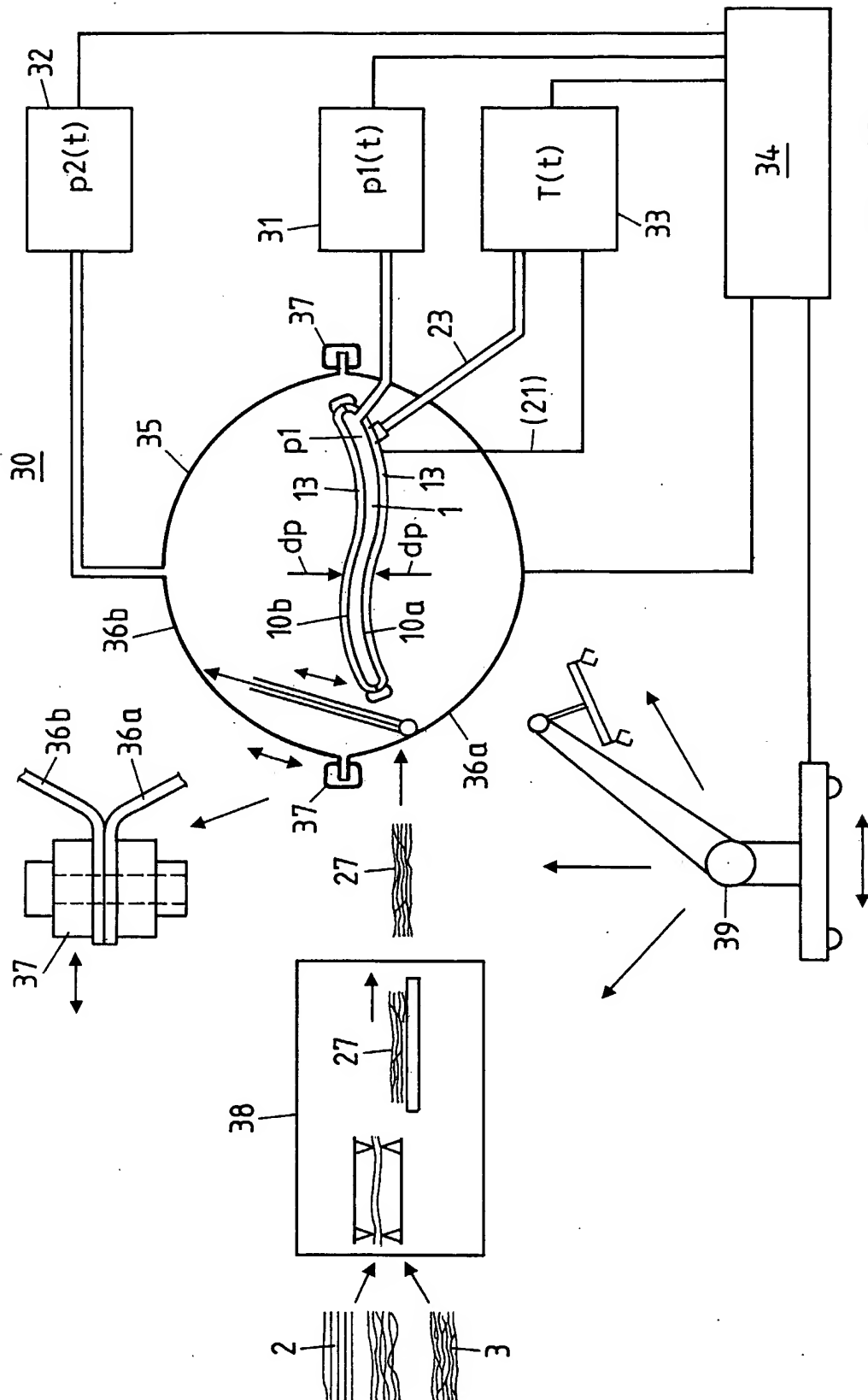


Fig. 18



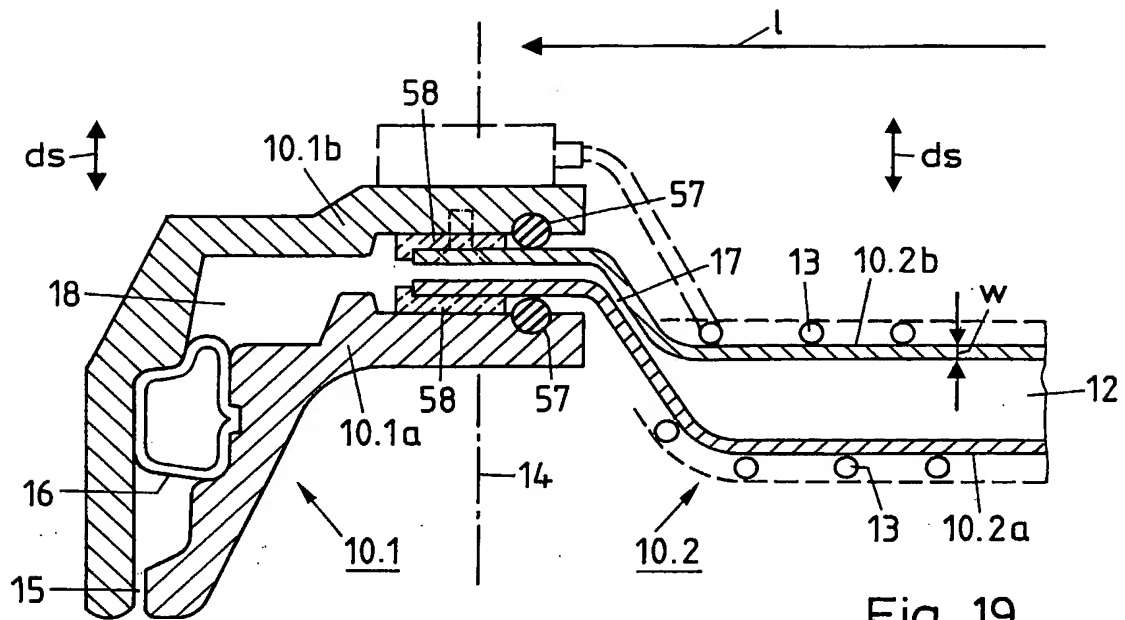


Fig. 19

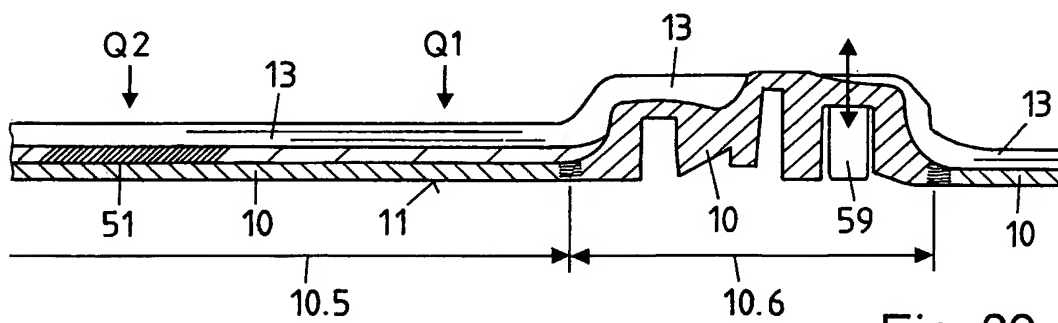


Fig. 20

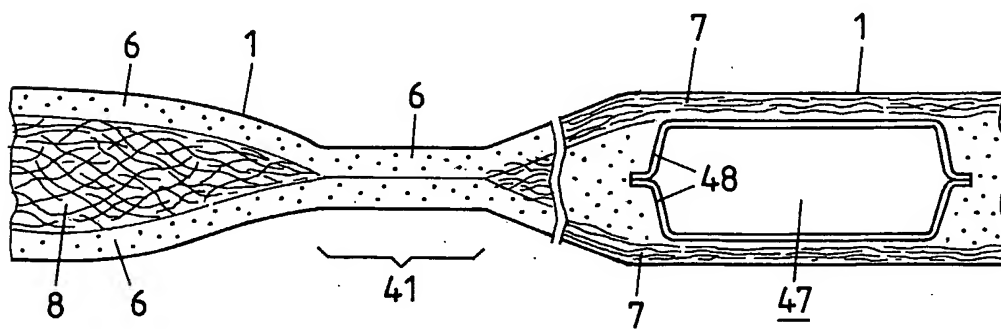


Fig. 21

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH2005/000180

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 B29C70/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02/058916 A (GRAHAM NEIL ; QUICKSTEP TECHNOLOGIES PTY LTD (AU)) 1 August 2002 (2002-08-01) page 24, line 15 - line 18 page 29, line 19 - page 30, line 2	1-7, 11, 12, 15-19, 22
X	page 28, line 27 - page 29, line 11 -----	25, 26
X	EP 1 238 784 A (SWISS LUGGAGE SL AG) 11 September 2002 (2002-09-11)	21-24
Y	column 6, line 26 - column 7, line 43; figures -----	1-7, 11, 12, 15-19, 22

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 July 2005

Date of mailing of the international search report

08/08/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Wallene, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH2005/000180

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02058916	A	01-08-2002	WO 02058916 A1	01-08-2002
			CA 2435575 A1	01-08-2002
			CN 1501859 A	02-06-2004
			EP 1365908 A1	03-12-2003
			JP 2004527393 T	09-09-2004
			TW 564219 B	01-12-2003
			US 2004113315 A1	17-06-2004
-----				
EP 1238784	A	11-09-2002	EP 1238784 A1	11-09-2002
			AT 265312 T	15-05-2004
			DE 50200377 D1	03-06-2004
			EP 1238785 A1	11-09-2002
-----				

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/CH2005/000180

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 B29C70/44

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 02/058916 A (GRAHAM NEIL ; QUICKSTEP TECHNOLOGIES PTY LTD (AU)) 1. August 2002 (2002-08-01) Seite 24, Zeile 15 - Zeile 18 Seite 29, Zeile 19 - Seite 30, Zeile 2	1-7, 11, 12, 15-19, 22
X	Seite 28, Zeile 27 - Seite 29, Zeile 11 -----	25, 26
X	EP 1 238 784 A (SWISS LUGGAGE SL AG) 11. September 2002 (2002-09-11)	21-24
Y	Spalte 6, Zeile 26 - Spalte 7, Zeile 43; Abbildungen -----	1-7, 11, 12, 15-19, 22

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Juli 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/08/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Wallene, A

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2005/000180

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 02058916 A	01-08-2002	WO 02058916 A1	01-08-2002
		CA 2435575 A1	01-08-2002
		CN 1501859 A	02-06-2004
		EP 1365908 A1	03-12-2003
		JP 2004527393 T	09-09-2004
		TW 564219 B	01-12-2003
		US 2004113315 A1	17-06-2004
EP 1238784 A	11-09-2002	EP 1238784 A1	11-09-2002
		AT 265312 T	15-05-2004
		DE 50200377 D1	03-06-2004
		EP 1238785 A1	11-09-2002